

PROEFSTATION VOOR DE AKKER- EN WEIDEBOUW
WAGENINGEN

BEREGENINGSPROEVEN MET AARDAPPELEN
OP ZWARE ZEEKLEIGROND

Verslag van het onderzoek te Westmaas over 1961 t/m 1963

J. van Geneygen

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	Blz.
1. Inleiding	5
2. Opzet en uitvoering van het onderzoek	6
3. Grondgesteldheid	8
4. Weersomstandigheden	10
5. De resultaten van het onderzoek met zoet water	11
a. Verloop van het vochtgehalte van de doorwortelde grondlaag	11
b. Het groeiverloop van de aardappelen	12
c. De eindopbrengsten van de aardappelen	14
d. De geschiktheid van de aardappelen voor kleinverpakking	16
e. Het onderwatergewicht en het droge-stofgehalte van de aardappelen	18
f. De kookkwaliteit van de aardappelen	18
g. De kiemrust en de blauwgevoeligheid van de aardappelen	19
h. Het aantal knollen	19
i. De loefontwikkeling	20
j. Het aantal stengels	21
k. De wortelontwikkeling van de aardappelen	21
6. De resultaten van het onderzoek met zout water	22
7. De rentabiliteit van de berekening van aardappelen	24
8. Samenvatting.	25
9. Conclusies	27

1. The first part of the paper is devoted to the study of the
 properties of the function $f(x)$ defined by the equation

$$f(x) = \int_0^x \frac{1}{1+t^2} dt$$
 for $x \in \mathbb{R}$. It is shown that $f(x)$ is an odd function and
 that $f(x) \in (-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ for all $x \in \mathbb{R}$. Moreover, it is
 proved that $f(x)$ is strictly increasing and concave down
 on $(0, \infty)$ and strictly decreasing and concave up on
 $(-\infty, 0)$. The function $f(x)$ is also shown to be
 differentiable at every point $x \in \mathbb{R}$ and its derivative is
 $f'(x) = \frac{1}{1+x^2}$. The function $f(x)$ is then shown to
 be the unique function satisfying the differential equation
 $y' = 1/(1+x^2)$ and the initial condition $y(0) = 0$.
 The second part of the paper is devoted to the study of
 the function $g(x)$ defined by the equation

$$g(x) = \int_0^x \frac{t}{1+t^2} dt$$
 for $x \in \mathbb{R}$. It is shown that $g(x)$ is an even function
 and that $g(x) \in (-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4})$ for all $x \in \mathbb{R}$. Moreover,
 it is proved that $g(x)$ is strictly increasing on
 $(0, \infty)$ and strictly decreasing on $(-\infty, 0)$. The
 function $g(x)$ is also shown to be differentiable at every
 point $x \in \mathbb{R}$ and its derivative is $g'(x) = x/(1+x^2)$.
 The function $g(x)$ is then shown to be the unique function
 satisfying the differential equation $y' = x/(1+x^2)$ and
 the initial condition $y(0) = 0$.

1. INLEIDING

In het zuidwestelijke zeekleigebied, waar veel aardappelen worden verbouwd, wordt dit gewas de laatste jaren ook wel beregend. De rassen Eigenheimer en Bintje komen het meest voor. Eigenheimer is een ras met een uitstekende kookkwaliteit, maar dit ras is zeer gevoelig voor doorwas en wanneer er even een stagnatie in de groei voorkomt, heeft dit ten gevolge dat veel misvormde en soms ook glazige knollen ontstaan. In de jaren 1957 en 1959 was de schade zeer groot.

Bovendien is de droogteschade toegenomen door de volgende factoren:

1. Door de ver doorgevoerde mechanisatie komen er meer en zwaardere werktuigen op het land dan voorheen. De structuur van de bouwvoor gaat daardoor achteruit en de ondergrond wordt vaster. Hierdoor wordt de beworteling in de diepere grondlagen geringer en kunnen de gewassen over minder water beschikken.
2. In verband met de mechanisatie van de oogst worden de aardappelen ondiep gepoot en daarna herhaaldelijk aangeaard. De aardappelen groeien daardoor in losse grond die droog is of althans snel droog wordt.

Als gevolg van deze schadeveroorzakende factoren is er meer behoefte aan kunstmatige watervoorziening ontstaan. Deze is mogelijk door beregning. De consequenties daarvan voor grond en gewas waren niet bekend en er ontstond behoefte aan nader onderzoek. Daarom werd in 1961 op de proefboerderij "Mariënhof" te Westmaas een onderzoek begonnen om de invloed van de beregning van aardappelen te bestuderen. De proef werd genomen met de rassen Bintje en Eigenheimer en werd uitgevoerd door het Proefstation voor de Akker- en Weidebouw te Wageningen in samenwerking met de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en de Stichting Proefboerderij Zuid-Hollandse Eilanden. Een verslag van de resultaten in 1961 is reeds gepubliceerd in "Onderzoek en Voorlichting, jaarverslag 1961"¹⁾. Ook de gegevens van 1961 zullen, met de resultaten in 1962 en 1963, in dit verslag worden besproken.

In het zuidwestelijke zeekleigebied is, vooral in droge zomers, een groot gedeelte van het open water brak en ongeschikt voor beregning evenals het diepere grondwater. Eerst na de voltooiing van de Deltawerken zal verbetering van de zoetwatervoorziening op grote schaal mogelijk worden. Op het moment bestaat behoefte aan gegevens over het toelaatbare zoutgehalte van het sproeiwater voor aardappelen. Daarom werd in 1963 ook begonnen met dit onderzoek. De eerste resultaten daarvan zijn in dit verslag opgenomen.

¹⁾ Uitgave van Aardappelonderzoekcentrum, Centrum voor Rationele Bedrijfsvoering, proefboerderij Zuid-Hollandse Eilanden en Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst.

2. OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

Vochttrappenproef

Om na te gaan wat de optimale vochttoestand van de grond moet zijn om een zo hoog mogelijke opbrengst en tevens een zo hoog mogelijke kwaliteit te verkrijgen en hoe groot de sproeiwatergift per keer kan zijn, werden verschillende vochttrappen in de proef opgenomen. Deze vochttrappen werden gekozen aan de hand van de maximale hoeveelheid opneembaar water in de doorwortelde grondlaag (0-35 cm).

Als voor een object de vastgestelde uitdrogingsgraad was bereikt, werd de grond weer op veldcapaciteit gebracht. De regenintensiteit bedroeg hierbij 10 mm per uur. De berekening werd uitgevoerd met behulp van Mannesmann MR-lagedruksproeiers met een doorlaatopening van 4 mm. Deze sproeiers waren getest op regenintensiteit en -verdeling. Daarbij was gebleken dat de regenverdeling het gunstigst was bij een druk van 1,5 atmosfeer. De uniformiteitscoëfficiënt¹⁾ was bij deze druk en bij de te besproeien oppervlakte van 3,75 x 6,27 meter 83-85.

De sproeiers werden gemonteerd in speciaal voor deze proef ontworpen sproeiwagens, voorzien van windschermen zodat de juiste oppervlakte besproeid kon worden en er ook onder minder gunstige weersomstandigheden (wind) kon worden beregend.

Het langs het scherm afdruipeende water werd opgevangen en afgevoerd.

De proef werd in een zgn. split-plot schema aangelegd.

Om een indruk te krijgen van de reactie van het gewas op de berekening tijdens het groeiseizoen werden er zoveel veldjes genomen dat er 8 tussentijdse proefrooiingen konden worden uitgevoerd. De proefrooiingen waren in 4-voud, de eindrooiing in 16-voud. Totaal omvatte de proef 192 veldjes per ras. De netto-veldjes bestonden uit 24 planten. Het plantverband was 75 x 33 cm. Het vochtgehalte van de grond werd regelmatig bepaald door droging met behulp van droogstraallampen.

In tabel 1 zijn de objecten en de behandeling daarvan opgenomen.

Tabel 1. Objecten en behandeling van beregeningsproef te Westmaas

Object	Maximale vochtonttrekking aan de grondlaag 0-35 cm in mm		
	1961	1962	1963
beregenen met:			
20 mm/keer	20	20	20
30 mm/keer	-	-	30
40 mm/keer	40	40	40
60 mm/keer	60	-	-
niet beregend	niet beregend	niet beregend	niet beregend

1) Christiansens Uniformiteitscoëfficiënt: $C_u = 100 \left(1,0 - \frac{\sum x}{mn} \right)$

waarin: x = de afwijking in neerslag per waarnemingspunt van de gemiddelde neerslag
n = aantal waarnemingspunten

Zouttrappenproef

Bij het in 1963 aangevangen onderzoek naar het toelaatbare zoutgehalte van het sproeiwater werden twee vochttrappen genomen nl. van 20 en van 40 mm/keer. Deze objecten werden met resp. 20 en 40 mm beregend wanneer deze hoeveelheden aan de doorwortelde grondlaag (0-35 cm) waren onttrokken. Bij elke vochttrap werden vier zouttrappen opgenomen met de volgende hoeveelheden chloor per liter sproeiwater:

Zouttrap 1 = 0,5 gram Cl per liter sproeiwater

Zouttrap 2 = 1,0 gram Cl per liter sproeiwater

Zouttrap 3 = 2,0 gram Cl per liter sproeiwater

Zouttrap 4 = 4,0 gram Cl per liter sproeiwater

De objecten 20 en 40 mm per keer uit de vochttrappenproef konden hier dienen ter vergelijking.

De proef werd genomen met het ras Bintje en in 4-voud aangelegd. Totaal bevatte deze proef 32 veldjes. De netto-veldjes omvatten hier 51 planten bij een plantverband van 75 x 33 cm.

3. GRONDGESTELDHEID

De proeven werden uitgevoerd op tamelijk zware zeekleigronden. De analysecijfers van het grondonderzoek voor de proefpercelen zijn in tabel 2 opgenomen.

Tabel 2. Analysecijfers grondonderzoek

	1961	1962	1963
pH-KCl	7,3	7,1	7,1
Humus %	2,6	2,4	2,5
CaCO ₃ %	8,1	7,3	6,9
P-Al-getal	voldoende	41,0	38,0
KHCl	voldoende	23,0	23,0
Afslibbaar %	36,0	38,0	38,0

De bemesting vond plaats vlak vóór het poten, in de vorm van een mengmeststof. Bovendien is er in 1961 op 3 mei, vlak voor de opkomst van de aardappelen, nog 500 kg kalksalpeter per ha gestrooid. De toegevoegde hoeveelheden stikstof, fosforzuur en kali zijn in tabel 3 vermeld.

Tabel 3. Bemesting van de proefvelden in kg/ha

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1961	197	100	200
1962	161	161	161
1963	168	108	216

Er is geen organische bemesting toegepast, alleen voor 1962 is een gewas hopperupsklaver ondergeploegd als groenbemesting. Deze hopperupsklaver was als stoppelgewas geteeld na vlas. De voorvrucht voor 1961 was erwten en voor 1963 Westerwolds raaigras.

Elk jaar werden in de herfst monsters genomen voor de bepaling van de vocht karakteristiek. Deze vocht karakteristieken zijn in de figuren 1 t/m 3 weergegeven.

Hieruit blijkt dat deze gronden een matig vochthoudend vermogen hebben en dat de bouwvoor alsmede de diepere grondlaag tot 35 cm tussen een vochtspanning van pF 2,2 (veldcapaciteit) en pF 4,2 (verwelkingspunt), maximaal 16-18 volumepercenten opneembaar water kunnen bevatten. Bij een bewortelingsdiepte van 35 cm kan deze laag maximaal 56-63 mm opneembaar water vasthouden.

In de figuren 4 tot en met 9, waarin o. a. het vochtgehalteverloop van de grond is weergegeven, is echter gerekend met een groter vochthoudend vermogen van de grond, nl. gemiddeld 66 mm. Dit cijfer is gebaseerd op de hoogste en laagste vochtgehalten van de grond die tijdens het groeiseizoen werden bepaald en verder op een bepaling van het verwelkingspunt met behulp van een zonnebloemplant. Dat de vocht karakteristiek die door het Bedrijfslaboratorium werd bepaald daarmee niet geheel overeenstemt, kan een gevolg zijn van het feit dat de monsters daarvoor steeds na een natte periode in de herfst zijn genomen toen de structuur van de grond slechter was dan tij-

Fig 1 Vocht karakteristieken van de grond van het proefveld in 1961

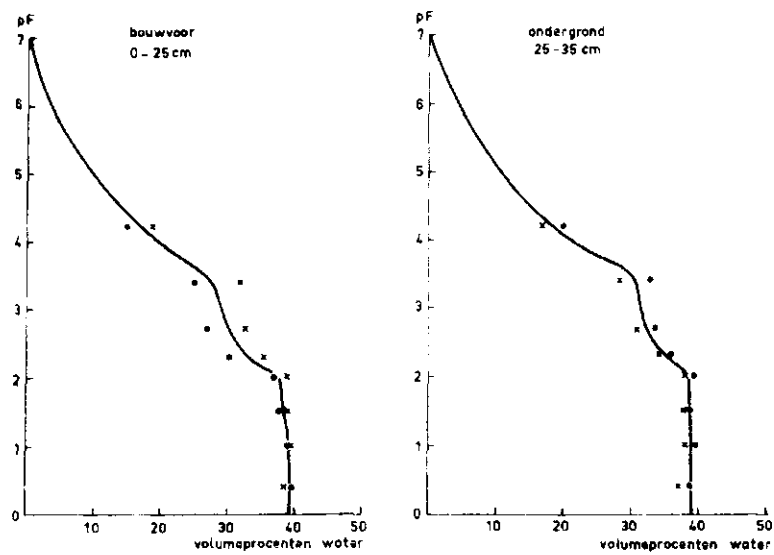


Fig 2 Vocht karakteristieken van de grond van het proefveld in 1962

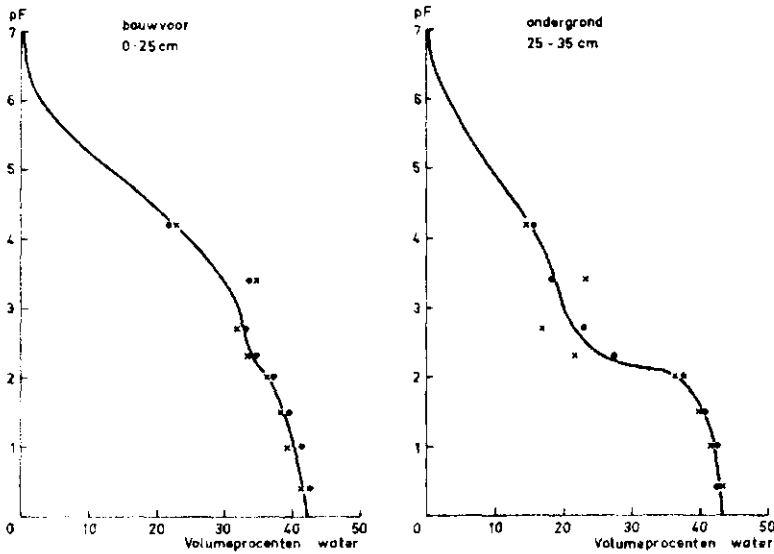
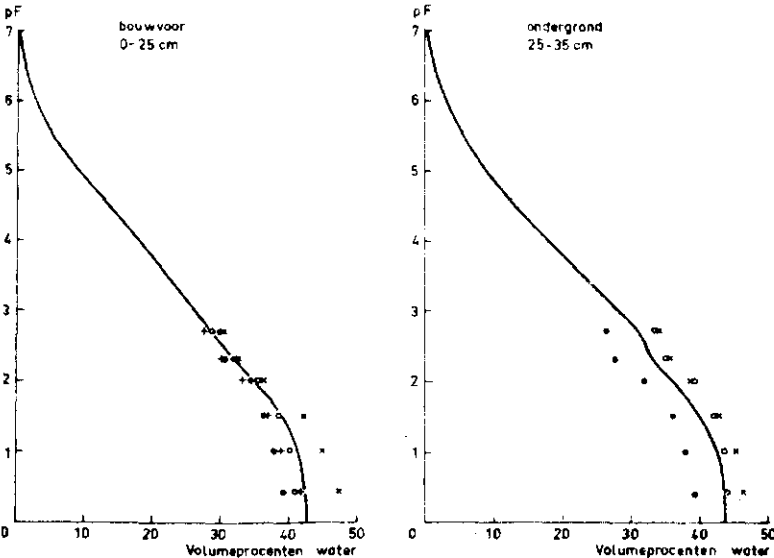


Fig 3 Vocht karakteristieken van de grond van het proefveld in 1963



dens het groeiseizoen. De vocht karakteristieken in de figuren 1 t/m 3 geven de toestand van de grond tijdens het groeiseizoen dus waarschijnlijk niet exact weer, maar ze geven toch een indruk van het grondtype waarmee we te doen hebben.

Het porienvolume van de grond is niet hoog en bedraagt gemiddeld 41 volumeprocenten. Het vochtgehalte bij $pF\ 2,2$ (de veldcapaciteit van deze grond bij een grondwaterstand van 1,75 meter) is gemiddeld 34 volumeprocenten. Hierbij zijn dus gemiddeld 7 volumeprocenten lucht in de grond aanwezig. Door dit lage percentage kan de luchthuishouding in deze grond gemakkelijk in gevaar worden gebracht.

Uit de vocht karakteristieken is verder af te leiden dat bij stijging van de grondwaterstand de toestand nog veel ongunstiger wordt. Bij een grondwaterstand van 1 meter beneden maaiveld komt de veldcapaciteit overeen met $pF = 2,0$ en is het vochthoudend vermogen gemiddeld 37 volumeprocenten. Er zijn dan nog slechts 4 volumeprocenten lucht in de grond aanwezig.

De verticale doorlatendheid van het profiel werd in het veld, bij onge-roerde grond, bepaald om een indruk te verkrijgen van de toelaatbare regenintensiteit. Deze doorlatendheid bedroeg ongeveer 18 mm per uur.

4. WEERSOMSTANDIGHEDEN

De drie proefjaren waren niet bijzonder droog, maar toch zijn er elk jaar wel perioden voorgekomen met een geringe regenval. De neerslag per maand te Westmaas is in tabel 4 opgenomen. Tevens is daarbij vermeld de gemiddelde neerslag per maand over 1931 t/m 1960 van de K.N.M.I. -stations Naaldwijk en Oudenbosch.

Tabel 4. Neerslag in mm per maand te Westmaas in 1961 t/m 1963 en te Naaldwijk en Oudenbosch gemiddeld over 30 jaar

	Westmaas			Veeljarig gemiddelde Naaldwijk en Oudenbosch 1931/1960
	1961	1962	1963	
mei	4	56	70	48
juni	35	15	88	53
juli	89	86	40	71
aug.	48	43	145	83

Uit tabel 4 blijkt dat er in mei, juni en augustus 1961, in juni en augustus 1962 en in juli 1963 minder regen is gevallen dan normaal. In augustus 1963 is er erg veel regen gevallen en ook in mei en juni was het nogal nat. Belangrijk zijn in dit geval de droge perioden in mei en juni 1961, in juni 1962 en in juli 1963.

Naast de neerslag heeft ook de verdamping een belangrijke invloed op de vochtvoorziening van het gewas. De verdamping in deze drie jaren is alleen in juni 1962 hoger geweest dan normaal. In mei 1962 en 1963 was de verdamping zelfs belangrijk lager dan normaal. In tabel 5 zijn de neerslagtekorten resp. neerslagoverschotten (neerslag - gewasverdamping) berekend gemiddeld voor Naaldwijk en Oudenbosch. De gewasverdamping is gesteld op 0,9 maal de verdamping van open water (Eo).

Tabel 5. Neerslagtekort resp. neerslagoverschot (neerslag - 0,9 Eo) gemiddeld te Naaldwijk en Oudenbosch in mm per maand

	1961	1962	1963	Gem. 1931/1960
mei	- 80	- 38	- 21	- 54
juni	- 61	-106	- 46	- 65
juli	- 11	- 7	- 62	- 42
aug.	+ 1	- 20	+ 65	- 11

Hoewel de verdamping van het gewas, vooral in mei en augustus niet steeds 0,9 maal de verdamping van open water zal zijn geweest en er waarschijnlijk soms ook capillair water in de wortelzone zal zijn opgestegen, geeft tabel 5 toch een aardig beeld van de opgetreden droogteperioden. De neerslagtekorten in mei en juni 1961, juni 1962 en juli 1963 kunnen, bij deze gronden met een maximale hoeveelheid opneembaar water in de wortelzone van gemiddeld 66 mm, van invloed zijn geweest op de ontwikkeling van het gewas en op het effect van een eventuele beregening.

De neerslag en de verdamping van open water (Eo) zijn per dag aangegeven in de figuren 4 tot en met 9. Hierin zijn ook de kortere droogteperioden, die in tabel 5 niet naar voren komen, te onderkennen. De verdamping tijdens zo'n periode is op zichzelf al belangrijk voor de groei van het gewas. Hierop wordt in het volgende hoofdstuk nog nader ingegaan.

Fig. 4 Verloop van verdamping, regenval, besproeiing, vochtgehalte van de wortelzone en knolgroei van Bintje in 1961

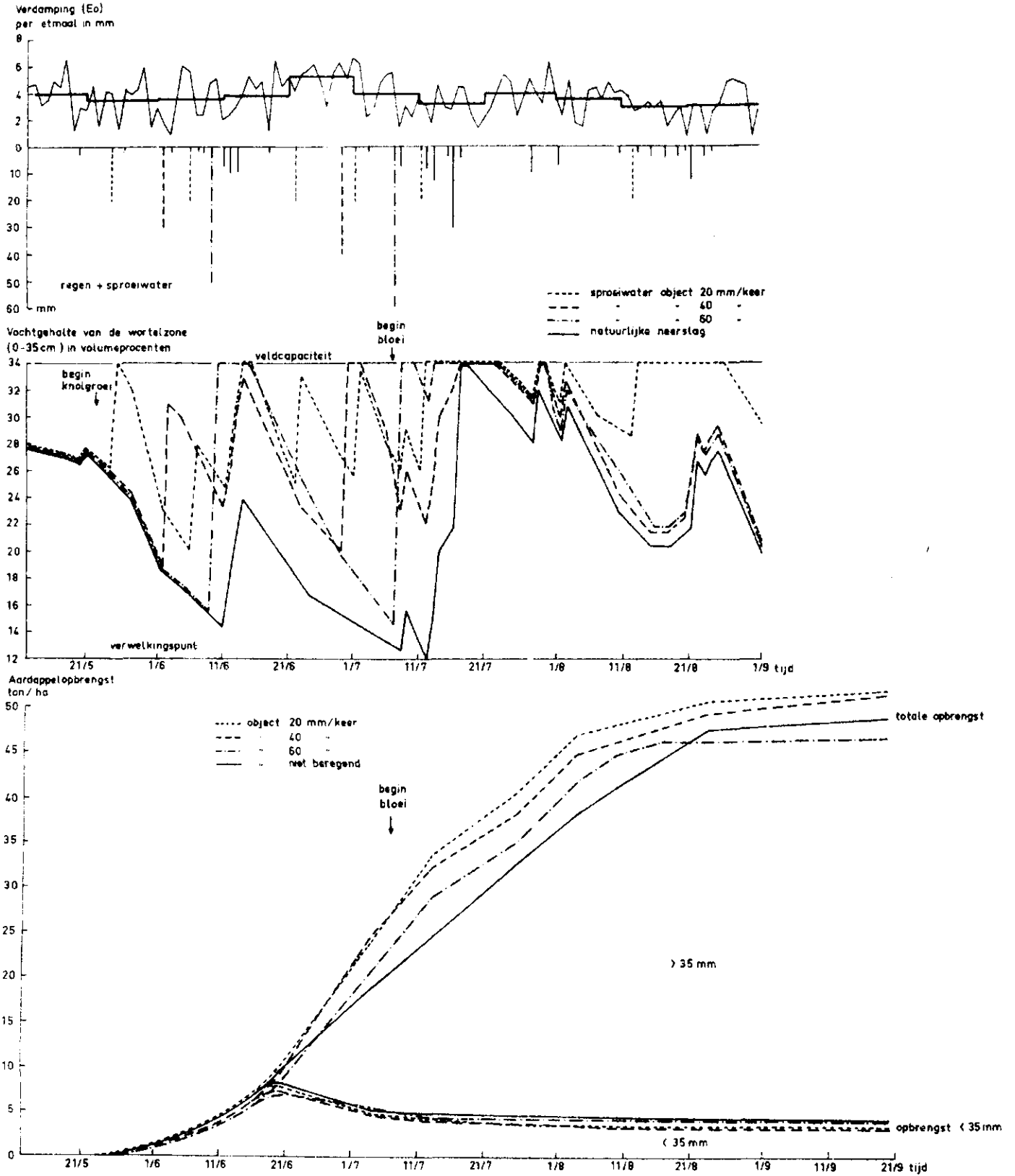


Fig 5 Verloop van verdamping, regenval, besproeiing vochtgehalte van de wortelzone en knalgroei van Eigenheimer in 1961

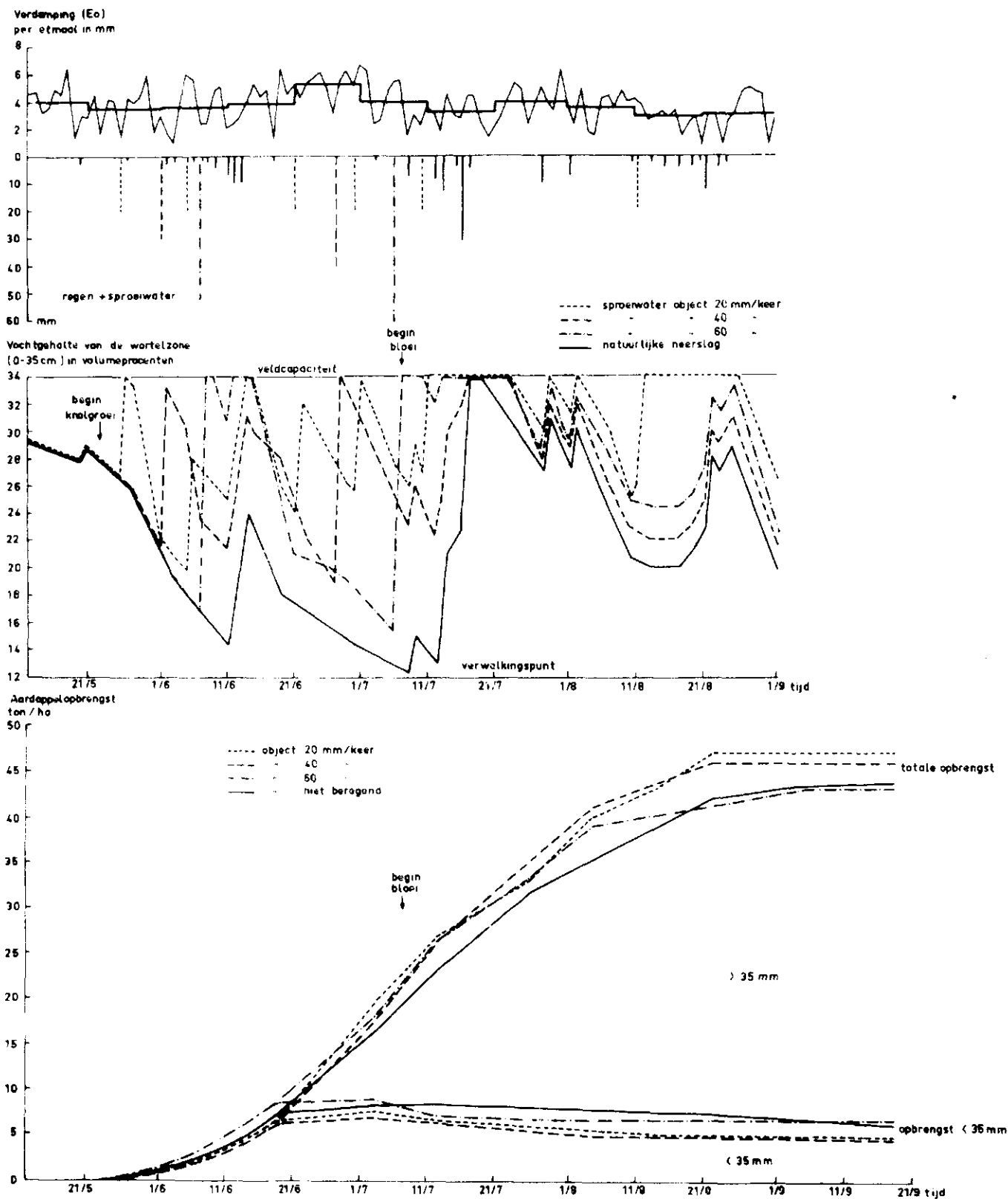


Fig. 6 Verloop van verdamping, regenval, besproeiing, vochtgehalte van de wortelzone en knolgroei van Bintje in 1962

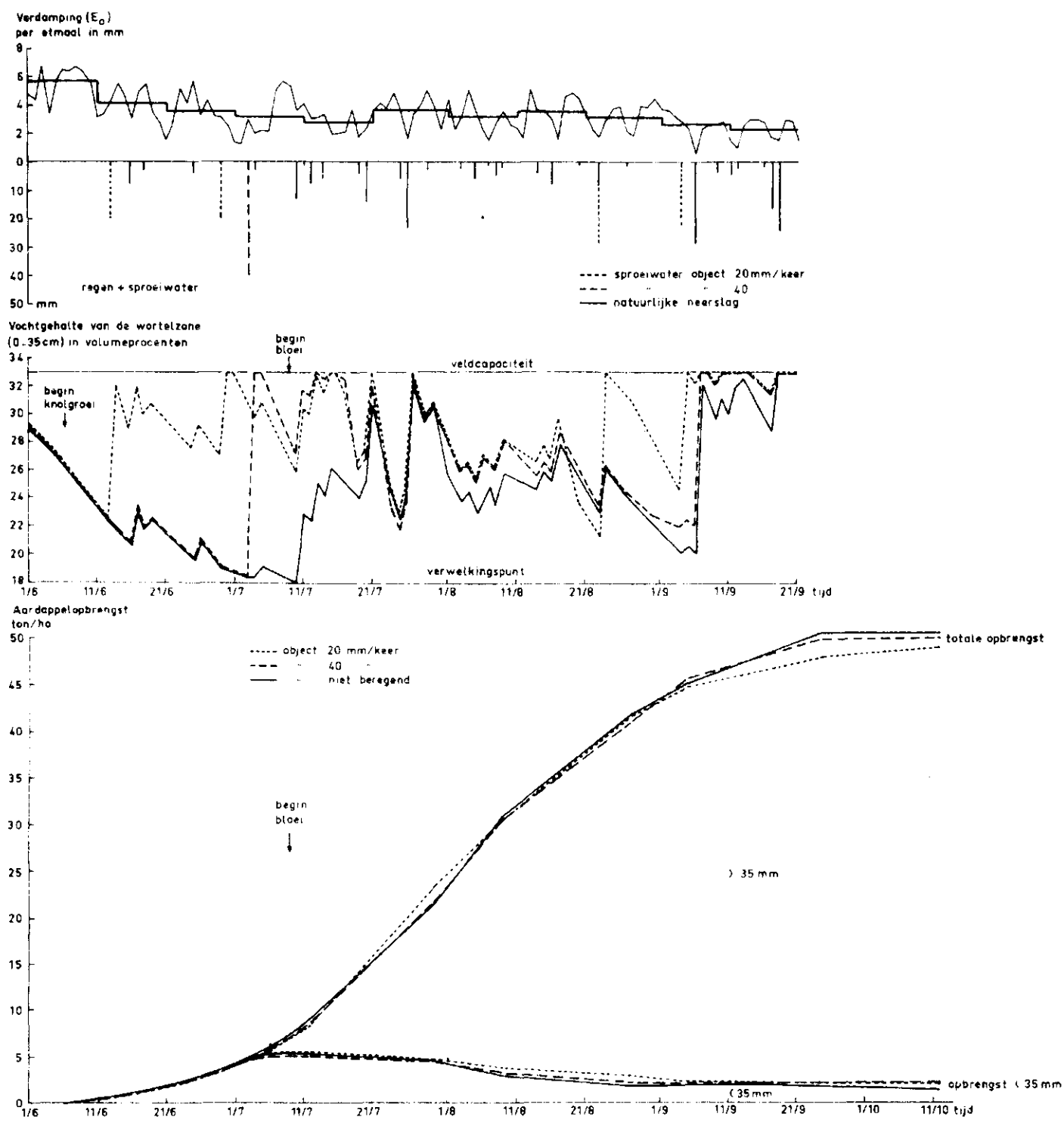


Fig 7 Verloop van verdamping, regenval, besproeiing, vochtgehalte van de wortelzone en knolgroei van Eigenheimer in 1962

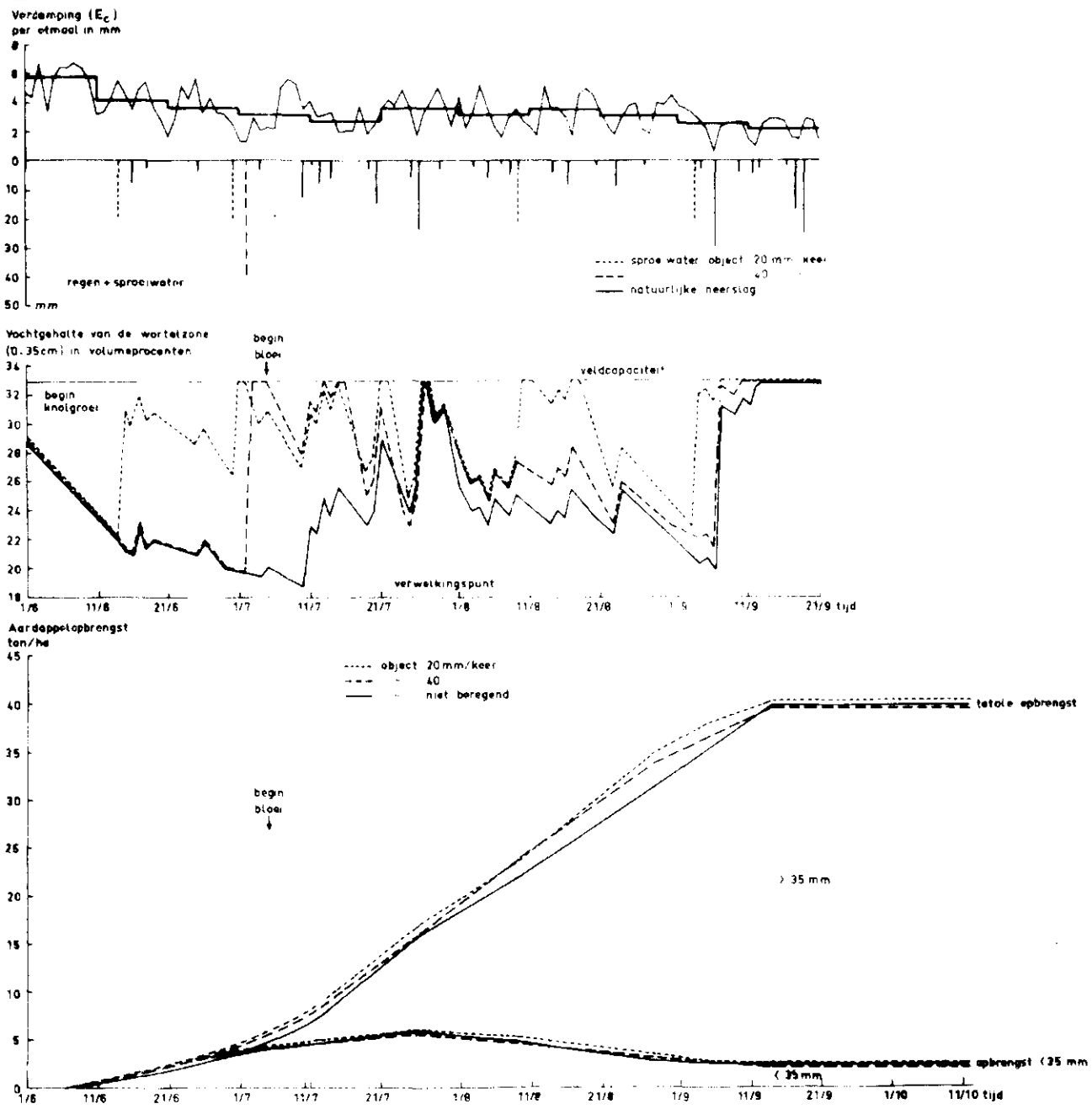


Fig.8 Verloop van verdamping, regenval, besproeiing, vochtgehalte van de wortelzone en knalgroei van Bintje in 1963

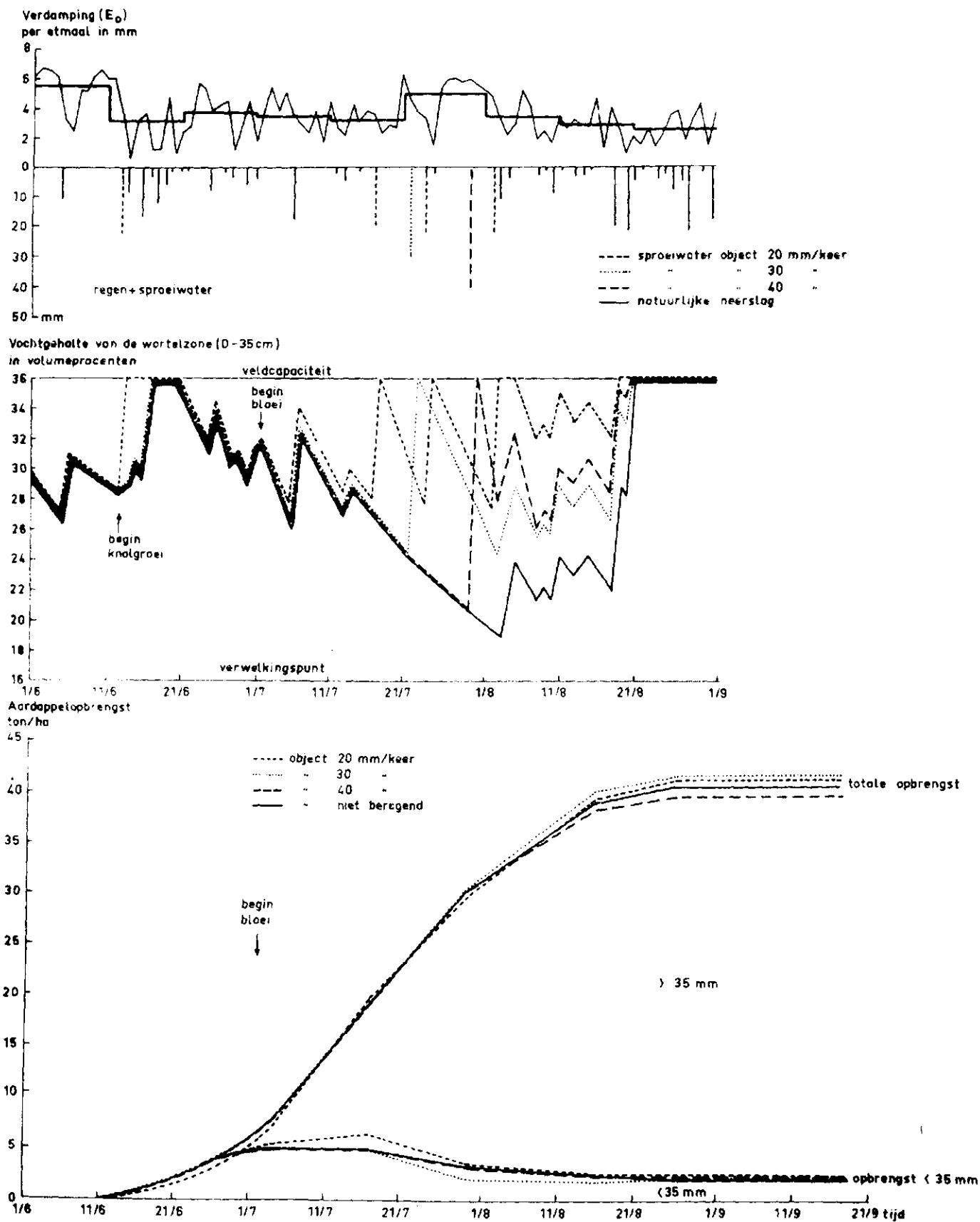
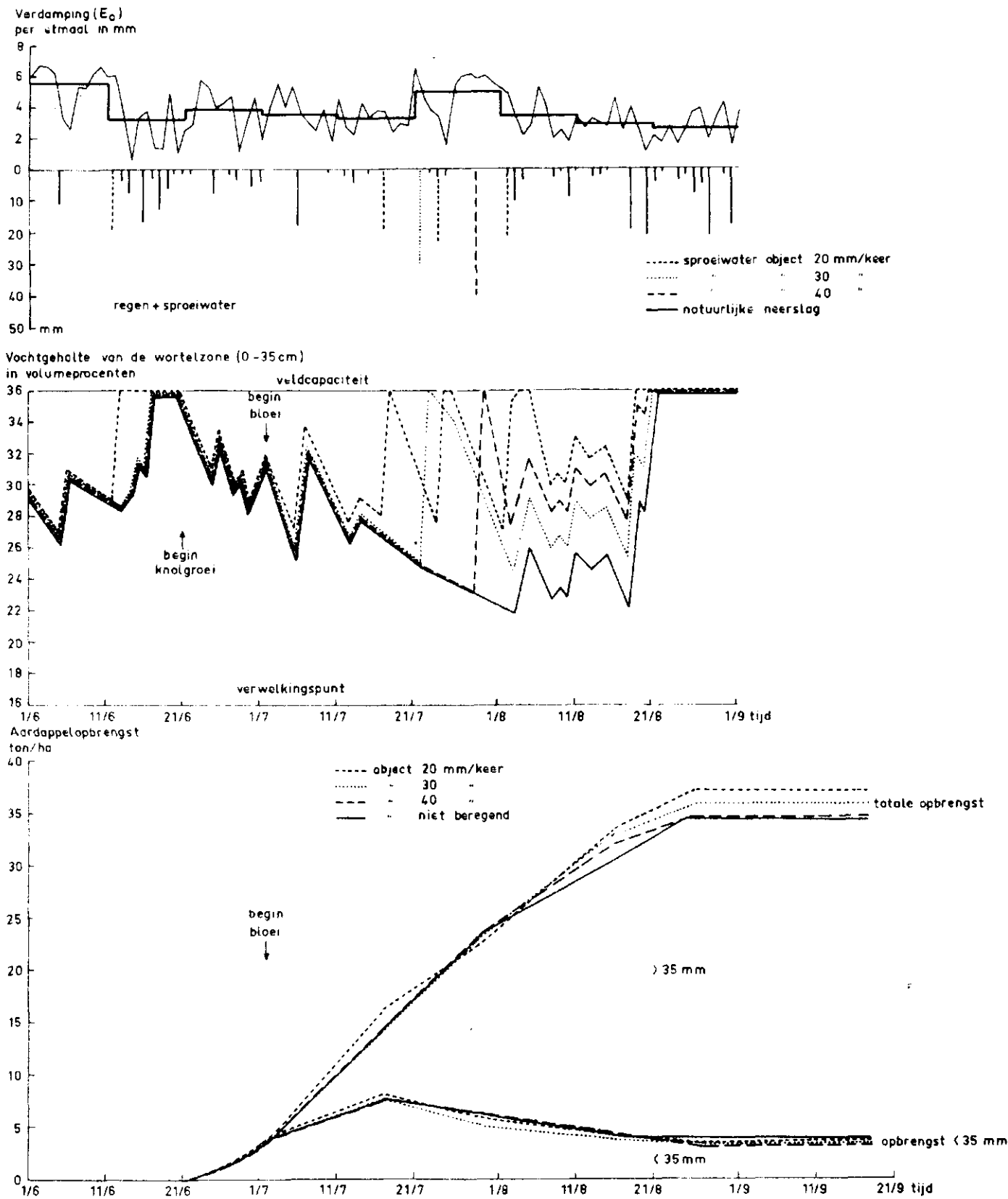


Fig. 9 Verloop van verdamping, regenval, besproeiing, vochtgehalte van de wortelzone en knolgroei van Eigenheimer in 1963



5. DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK MET ZOET WATER

a. Verloop van het vochtgehalte van de doorwortelde grondlaag

Het vochtgehalte van de grond werd geregeld bepaald. In de figuren 4 tot en met 9 is het resultaat hiervan weergegeven. In deze figuren is tevens de natuurlijke en kunstmatige neerslag en de verdamping van open water (Eo) per dag aangegeven. Hieruit blijkt dat het vochtgehalte van de wortelzone van het niet-beregende object alleen eind juni en begin juli 1961 en 1962 zeer laag is geweest. In 1963 werden geen lage waarden bereikt. Op grond van het vochtgehalteverloop van de wortelzone zouden we in 1961 en 1962 eenzelfde effect van de berekening mogen verwachten. Er is echter een geheel verschillende gewassenreactie vastgesteld. In 1961 was het effect van de berekening belangrijk groter dan in 1962. Dit is o. a. veroorzaakt door de lage atmosferische verdamping eind juni en begin juli 1962 ten opzichte van dezelfde periode in 1961. Dit blijkt duidelijk als we de verdamping per decade bekijken in de figuren 4 tot en met 7. Bij een lage atmosferische verdamping is het vochtgehalte van de grond van geringe invloed op de verdamping van het gewas. Bij hoge atmosferische verdamping daarentegen wordt de verdamping en daardoor ook de groei van het gewas, sterk beïnvloed door het vochtgehalte van de grond. De verdamping van het gewas is lager naarmate de grond droger is. Uit de figuren 4 tot en met 7 blijkt bovendien dat in 1961 de droogte optrad in een periode van snelle knolgroei. Tijdens de droogte in 1962 was daarentegen de knolgroei nog in het beginstadium. De indruk werd verkregen dat bij de berekening meer gelet moet worden op het ontwikkelingsstadium van de knollen dan op de bloei.

Uit de figuren 4 tot en met 9 kan worden afgeleid dat Bintje meer water aan de grond heeft onttrokken dan Eigenheimer. De totale sproeiwaterhoeveelheden zijn in tabel 6 vermeld.

Tabel 6. Sproeiwaterhoeveelheden in mm per maand en totaal voor Bintje en Eigenheimer

object maand	1961			1962		1963		
	20 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	20 mm/ keer	40 mm/ keer	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer
mei	20	-	-	-	-	-	-	-
juni	40	70	50	40	-	20	-	-
juli	40	-	60	-	40	40	30	40
aug.	20	-	-	20	-	20	-	-
Totaal	120	70	110	60	40	80	30	40

In 1962 was de grond tijdens en direct na het poten zeer droog. Er is toen op 4 mei (9 dagen na het poten) op object 20 mm/keer een sproeiwatergift toegediend van 10 mm. Aangezien er direct hierna en tot eind mei ongeveer elke dag regen viel, heeft deze berekening geen effect gehad op de opkomst van het gewas. In tabel 6 is ook een sproeiwatergift van 20 mm op 3 en 4 september 1962 op object 20 mm/keer buiten beschouwing gebleven daar deze gift op het einde van het groeiseizoen geen effect meer heeft gehad omdat op 7 september 30 mm regen viel. Ook de in tabel 6 opgenomen sproeiwatergift van 20 mm op object 20 mm/keer op 11 juli 1961 en op 12 juni en 2 augustus 1963 zullen weinig effect hebben gehad

daar er spoedig na de berekening overvloedige natuurlijke neerslag is gevallen.

Er is niet op alle objecten evenveel beregend. Dit komt doordat er vaak weer regen viel voordat de grond op een droger object aan de maximaal toegestane uitdrogingsgrens toe was.

b. Het groeiverloop van de aardappelen

In de figuren 4 tot en met 9 is ook het verloop van de knolgroei weergegeven. Hieruit blijkt dat er in alle 3 jaren tot eind augustus een vrij constante knolgroei voorkwam.

De opkomst van de aardappelen in 1961 t/m 1963 begon resp. op 9, 17 en 22 mei. Bij de rooidatum van h.v. 12 juli blijkt dat bij beide rassen de opbrengst van object 20 mm/keer in 1961 bijna 3 keer zo groot was als gemiddeld in de beide andere jaren. De eindopbrengst van Bintje was in 1961 praktisch gelijk aan die in 1962. Bij Eigenheimer werd in 1961 wel een hogere eindopbrengst verkregen dan in 1962. De groeiperiode was in deze beide jaren ongeveer even lang. In 1963 moest de groeiperiode worden verkort. Op 31 augustus werd het gewas doodgespoten in verband met fytoftora-aantasting. Hoewel ter voorkoming van deze ziekte elk jaar zeer intensief werd gespoten, kon in 1963 een aantasting niet worden voorkomen. De groeiperiode in 1963 was slechts driekwart van die in de beide andere jaren. De eindopbrengst was dan ook belangrijk lager dan in de voorgaande jaren.

De hogere opbrengst in 1962 ten opzichte van die in 1963 zowel van Bintje als Eigenheimer is bijna geheel na 31 augustus verkregen en is veroorzaakt door het feit dat de aardappelen in 1962 langer zijn blijven doorgroeien. In 1962 zijn er nl. na 31 augustus op object 20 mm/keer nog ongeveer 5 ton Bintjes en 4 ton Eigenheimers per ha bijgegroeid. Hieruit blijkt dat, zolang er nog groen blad aan de aardappelplant voorkomt, de knollen nog groeien.

Uit de figuren 4 tot en met 9 blijkt ook dat er alleen in 1961 tijdens de knolgroei een opbrengstverschil van betekenis is opgetreden tussen de verschillende objecten. In 1962 en 1963 waren de verschillen niet significant. In 1961 kwamen er bij de proefrooiingen wel significante verschillen voor. In tabel 7 is het resultaat van de wiskundige bewerking weergegeven. De aanduiding 20, 30 enz. betekent 20 mm per keer, 30 mm per keer enz. De objecten die een significante opbrengstverhoging opleverden, zijn in de kolommen vermeld. Zo waren er b.v. bij de proefrooiing bij Bintje op 20/6 geen significante verschillen tussen de objecten. Op 4/7 was er geen significant verschil tussen de objecten 20 mm/keer en 40 mm/keer maar object 20 mm/keer leverde betrouwbaar meer op dan object 60 mm/keer.

Tabel 7. Resultaten van de wiskundige bewerking van de proefrooiingen in 1961 (significante verschillen op de 5 %-grens)

Bintje							Eigenheimer						
Datum van de proefrooiing	20 t.o.v. 40	20 t.o.v. 60	20 t.o.v. 0	40 t.o.v. 60	40 t.o.v. 0	60 t.o.v. 0	Datum van de proefrooiing	20 t.o.v. 40	20 t.o.v. 60	20 t.o.v. 0	40 t.o.v. 60	40 t.o.v. 0	60 t.o.v. 0
20/6	-	-	-	-	-	-	19/6	-	-	-	-	-	-
4/7	-	20	20	40	40	-	3/7	-	-	-	-	-	-
13/7	-	20	20	40	40	60	12/7	-	-	20	-	-	-
26/7	-	20	20	-	40	-	26/7	-	-	-	-	40	-
4/8	-	20	20	40	40	60	4/8	-	-	20	-	40	60
10/8	-	-	20	-	40	60	14/8	-	-	-	-	-	-
17/8	-	-	20	-	40	-	22/8	-	20	20	40	40	-
24/8	-	20	20	-	-	-	4/9	-	20	20	40	40	-

Het is opvallend dat tussen de objecten 20 mm/keer en 40 mm/keer in geen enkel geval een significant verschil voorkomt.

Uit het verloop van de groeicurven van 1961 (figuren 4 en 5) is te zien dat de reactie van de beide rassen op de beregening geheel verschillend is. Bintje reageert snel op de beregening en naarmate de grond vochtiger wordt gehouden, is de knolbijgroei ook groter. Wanneer er later weer voldoende regen valt, groeit het onberegende gewas langer door dan het beregende en haalt daardoor de achterstand gedeeltelijk weer in.

Eigenheimer reageert aanvankelijk, wat knolgroei betreft, minder opvallend op de beregening en het is dan ook van weinig invloed of men de grond meer of minder ver laat uitdrogen. Eerst in een later groeistadium nemen de verschillen tussen de objecten toe, ondanks het feit dat de natuurlijke neerslag dan voldoende is. Het onberegende gewas blijft ook bij dit ras langer doorgroeien dan het beregende, waardoor de achterstand gedeeltelijk weer wordt ingehaald.

Bij beide rassen houdt het object 60 mm/keer het eerst met de groei op en brengt daardoor uiteindelijk minder op dan het onberegende gewas. Deze grote hoeveelheid sproeiwater per keer heeft waarschijnlijk structuurbederf en een slechtere aëratie van de grond tot gevolg gehad. Bij langer aanhoudende droogte kan echter ook van een sproeiwatergift van 60 mm per keer een redelijk effect worden verwacht, maar het zal lager zijn dan van giften van 20 en 40 mm per keer.

Uit het verloop van de groeicurven van 1962 en 1963 (figuren 6 t/m 9) blijkt dat er over het geheel weinig verschil was in knolgroei tussen de verschillende objecten. Ondanks het feit dat het eind juni en begin juli 1962 zeer droog was, zijn er evenals in 1963 geen significante verschillen opgetreden. De verdamping was in deze periode echter belangrijk lager en de knolontwikkeling was minder ver gevorderd dan in de overeenkomstige periode in 1961. Toen werd bij een volkomen gelijk verloop van het vochtgehalte van de grond wel een bevredigende opbrengstverhoging verkregen. Hierop is in de vorige paragraaf reeds gewezen.

In 1963 had de beregening van Bintje ook weinig effect, daar toen de

droogte eind juli/begin augustus optrad en het gewas in deze tijd al minder gevoelig is voor beregening. Bij Eigenheimer was er in 1962 en 1963 wel enige invloed van de beregening merkbaar. Het effect van de beregening van Eigenheimer kwam in een later stadium van de knolgroei tot stand. In 1961 werd reeds de indruk verkregen dat Eigenheimer in de tweede helft van de knolgroei het meest gevoelig is voor een goede vochtvoorziening. Bij Bintje bleek een goede vochtvoorziening in de eerste helft van de knolgroei van groot belang te zijn.

c. De eindopbrengsten van de aardappelen

In tabel 8 zijn de opbrengsten van de aardappelen van de eindrooijing vermeld voor de jaren 1961 tot en met 1963. Hieruit blijkt dat er in 1961 een gunstig effect van de beregening is verkregen. Het object 20 mm/keer bracht bij beide rassen ongeveer 3 000 kg aardappelen per ha meer op dan het object niet beregend. Bij de aardappelen boven de 40 mm was dit verschil bij Bintje 3730 kg per ha en bij Eigenheimer 4920 kg per ha ten gunste van het object 20 mm/keer.

In 1962 heeft de beregening geen significante verschillen opgeleverd. Bij Eigenheimer bedroeg de opbrengstverhoging van het object 20 mm/keer ten opzichte van het object niet beregend slechts 380 kg per ha. De sortering is hier echter ongunstig beïnvloed, want bij de aardappelen boven de 40 mm was het effect negatief.

In 1963 waren er alleen bij Eigenheimer significante verschillen. Het object 20 mm/keer bracht 2 430 kg per ha meer op dan het niet beregende object. De sortering werd door de beregening gunstig beïnvloed. Dat in 1963 het effect van de beregening bij Eigenheimer groter was dan in 1962 was een gevolg van het feit dat in 1963 het gewas werd doodgespoten en dus niet kon uitgroeien. Uit de groeicurve in figuur 7 blijkt dat in geval in 1962 het gewas op 31 augustus ook was doodgespoten z'als op de praktijkpercelen het geval was, er een ongeveer gelijk effect van de beregening zou zijn geweest als in 1963.

In tabel 8 zien we verder dat sproeiwatergiftten groter dan 20 mm per keer meestal minder effect opleveren dan giften van 20 mm per keer. Giften van 60 mm per keer hebben in 1961 zelfs een negatief effect gehad. Deze grote hoeveelheid sproeiwater per keer kan structuurbederf en een slechte luchthuishouding van de grond veroorzaakt hebben. Deze veronderstelling is gebaseerd op het feit dat bij toediening van giften van 40 mm en 60 mm per keer de verticale doorlatendheid van de grond geleidelijk afnam. Bij het begin van de beregening nam de grond het sproeiwater goed op, maar tegen het einde daarvan was dit niet meer het geval en stond er water in de voren. Het is op deze gronden van belang om, ook bij de kleinere sproeiwatergiftten per keer, sproeiers te gebruiken met een geringe regenintensiteit zodat zo min mogelijk structuurbederf van de grond optreedt.

In 1961 is gebleken dat giften van 60 mm water per keer, vooral bij Eigenheimer, de sortering ongunstig hebben beïnvloed.

Tabel 8. De opbrengsten van de aardappelen van de eindrooijing bij berekening met zoet water in 1961 t/m 1963 in kg per ha

Object	beneden 40 mm		boven 40 mm		totaal		totale effectieve sproeiwatergift in mm
	op-brengst	meer-brengst	op-brengst	meer-brengst	op-brengst	meer-brengst	
Bintje 1961							
20 mm/keer	7 840	- 730	43 650	+ 3 730	51 490	+ 3 000	80
40 mm/keer	7 050	- 1 520	44 010	+ 4 090	51 060	+ 2 570	70
60 mm/keer	8 400	- 170	37 980	- 1 940	46 380	- 2 110	90
niet beregend	8 570		39 920		48 490		-
Bintje 1962							
20 mm/keer	5 000	+ 1 000	43 940	- 2 440	48 940	- 1 440	40
40 mm/keer	4 560	+ 560	45 330	- 1 050	49 890	- 490	30
niet beregend	4 000		46 380		50 380		-
Bintje 1963							
20 mm/keer	6 010	+ 550	35 160	- 60	41 170	+ 1 490	40
30 mm/keer	5 350	- 110	36 320	+ 1 100	41 670	+ 990	30
40 mm/keer	5 950	+ 490	33 700	- 1 520	39 650	- 1 030	30
niet beregend	5 460		35 220		40 680		-
Eigenheimer 1961							
20 mm/keer	12 220	- 1 770	34 570	+ 4 920	46 790	+ 3 150	80
40 mm/keer	11 970	- 2 020	33 800	+ 4 150	45 770	+ 2 130	70
60 mm/keer	15 700	+ 1 710	27 270	- 2 380	42 970	- 670	90
niet beregend	13 990		29 650		43 640		-
Eigenheimer 1962							
20 mm/keer	6 460	+ 860	33 610	- 480	40 070	+ 380	40
40 mm/keer	5 630	+ 30	33 860	- 230	39 490	- 200	30
niet beregend	5 600		34 090		39 690		-
Eigenheimer 1963							
20 mm/keer	8 410	- 1 690	28 360	+ 4 120	36 770	+ 2 430	40
30 mm/keer	8 540	- 1 560	27 200	+ 2 960	35 740	+ 1 400	30
40 mm/keer	9 020	- 1 080	25 370	+ 1 130	34 390	+ 50	30
niet beregend	10 100		24 240		34 340		-

De totaalopbrengsten welke gezamenlijk van een verticaal streepje zijn voorzien, verschillen niet significant op de 5 %-grens.

d. De geschiktheid van de aardappelen voor kleinverpakking

Bij de aardappelen groter dan 40 mm werd het percentage aardappelen geschikt voor kleinverpakking nagegaan. De sortering hiervoor geschiedde zoals dat in de praktijk gebruikelijk is. Alle misvormde, schurftige en zieke knollen werden uitgesorteerd. Bij deze kleinverpakking werd bij Bintje het percentage aardappelen groter dan 60 mm, geschikt voor patates frites nagegaan. Bij Eigenheimer werd tevens het percentage misvormde knollen bepaald. De resultaten van dit onderzoek zijn in tabel 9 vermeld.

De geschiktheid van de aardappelen voor kleinverpakking werd door de berekening gunstig beïnvloed. Deze invloed bleek bij Eigenheimer gemiddeld groter te zijn dan bij Bintje.

De geschiktheid voor kleinverpakking blijkt in de verschillende jaren ondanks de berekening, vooral bij Eigenheimer sterk uiteen te lopen. In dit opzicht was 1962 een slecht jaar.

De geschiktheid voor patates frites heeft in 1962 en 1963 een ongunstige invloed van de berekening ondervonden, in tegenstelling tot 1961, toen er een duidelijk gunstige invloed aanwezig was. Het blijkt dus dat, ingeval er met de berekening een belangrijke opbrengstverhoging wordt verkregen ook het percentage aardappelen dat geschikt is voor patates frites toeneemt. Wanneer het effect van de berekening op de opbrengst gering of negatief is, dan neemt dit percentage af.

Door het doodspuiten van het gewas op 31 augustus 1963 zijn de aardappelen niet uitgegroeid. Dit blijkt duidelijk uit tabel 9, daar het percentage aardappelen geschikt voor patates frites in 1963 belangrijk lager was dan in 1962.

Het percentage misvormde knollen bij Eigenheimer is in 1962 en 1963 door de berekening niet zo sterk beïnvloed als in 1961. Dit was een gevolg van het feit dat het in 1961 tijdens de maximale knolgroei aanmerkelijk droger was dan in 1962 en 1963.

Tabel 9. Resultaten van het onderzoek naar de geschiktheid van de aardappelen voor kleinverpakking

Object	Eigenheimer			Bintje		
	opbrengst kg/ha > 40 mm	geschikt voor klein- verpakking %	misvormde knollen %	opbrengst kg/ha > 40 mm	geschikt voor klein- verpakking %	geschikt voor patates frites %
<u>1961</u>						
20 mm/keer	34 570	86	4	43 650	84	28
40 mm/keer	33 800	87	5	44 010	84	28
60 mm/keer	27 270	86	7	37 980	83	24
niet beregend	29 650	80	15	39 920	82	19
<u>1962</u>						
20 mm/keer	33 610	52	8	43 940	75	25
40 mm/keer	33 860	46	14	45 330	74	31
niet beregend	34 090	40	14	46 380	73	34
<u>1963</u>						
20 mm/keer	28 360	74	5	35 160	79	11
30 mm/keer	27 200	76	6	36 320	83	12
40 mm/keer	25 370	75	6	33 700	78	11
niet beregend	24 240	73	6	35 220	76	13

e. Het onderwatergewicht en het droge-stofgehalte van de aardappelen

Bij elke rooiing is ook het onderwatergewicht (owg) en het droge-stofgehalte van de aardappelen bepaald. Het resultaat hiervan is in de figuren 10 en 11 weergegeven. In 1961 was het owg van de objecten 60 mm/keer en niet beregend in het begin van de knolgroei, belangrijk hoger dan van de objecten 20 en 40 mm/keer. Na berekening daalde het owg van het object 60 mm/keer zeer snel tot het niveau van de objecten 20 en 40 mm/keer. Dit was een opmerkelijke reactie op de berekening, die zich bij de objecten 20 en 40 mm/keer niet voordeed.

In 1962 en 1963 was het verloop van het owg zeer gelijkmatig, zonder bijzondere verschillen tussen de objecten. Wel was het owg van het niet beregende object over het algemeen steeds iets hoger dan van de beregende objecten.

Het maximale owg werd in 1961 in de tweede decade van augustus bereikt, in 1962 pas in de eerste decade van september en in 1963 bij het begin van de tweede decade van augustus. Het owg bij de eindrooiing is in tabel 10 vermeld en blijkt in de verschillende jaren sterk uiteen te lopen.

Tabel 10. Onderwatergewicht in g van de aardappelen van de eindrooiing in 1961 t/m 1963

object Jaar	Bintje					Eigenheimer				
	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	niet beregend	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	niet beregend
1961	382	-	385	386	393	441	-	448	441	444
1962	388	-	386	-	397	443	-	446	-	451
1963	405	412	416	-	419	460	468	465	-	471

In 1961 en 1962 lag het owg ongeveer op een gelijk niveau, doch in 1963 werd een belangrijk hoger owg verkregen. Op één uitzondering na, werd het owg door de berekening verlaagd.

f. De kookkwaliteit van de aardappelen

Bij de beoordeling van de kookkwaliteit van de aardappelen werden geen verschillen gevonden tussen de diverse objecten. Het resultaat van dit onderzoek wordt in tabel 11 weergegeven. De aangegeven waardering geldt voor alle objecten.

Tabel 11. De kookkwaliteit van de aardappelen in 1962 en 1963

	Bintje		Eigenheimer	
	1962	1963	1962	1963
Gebruikstype ¹⁾	B	B	C	C
Waardering	8	8	8	9

¹⁾ B = aardappel voor verschillende gerechten geschikt

C = melige aardappel

Fig.10 Verloop van het onderwatergewicht en van het droge-stofgehalte van Bintje tijdens het groeiseizoen in 1961 t/m 1963

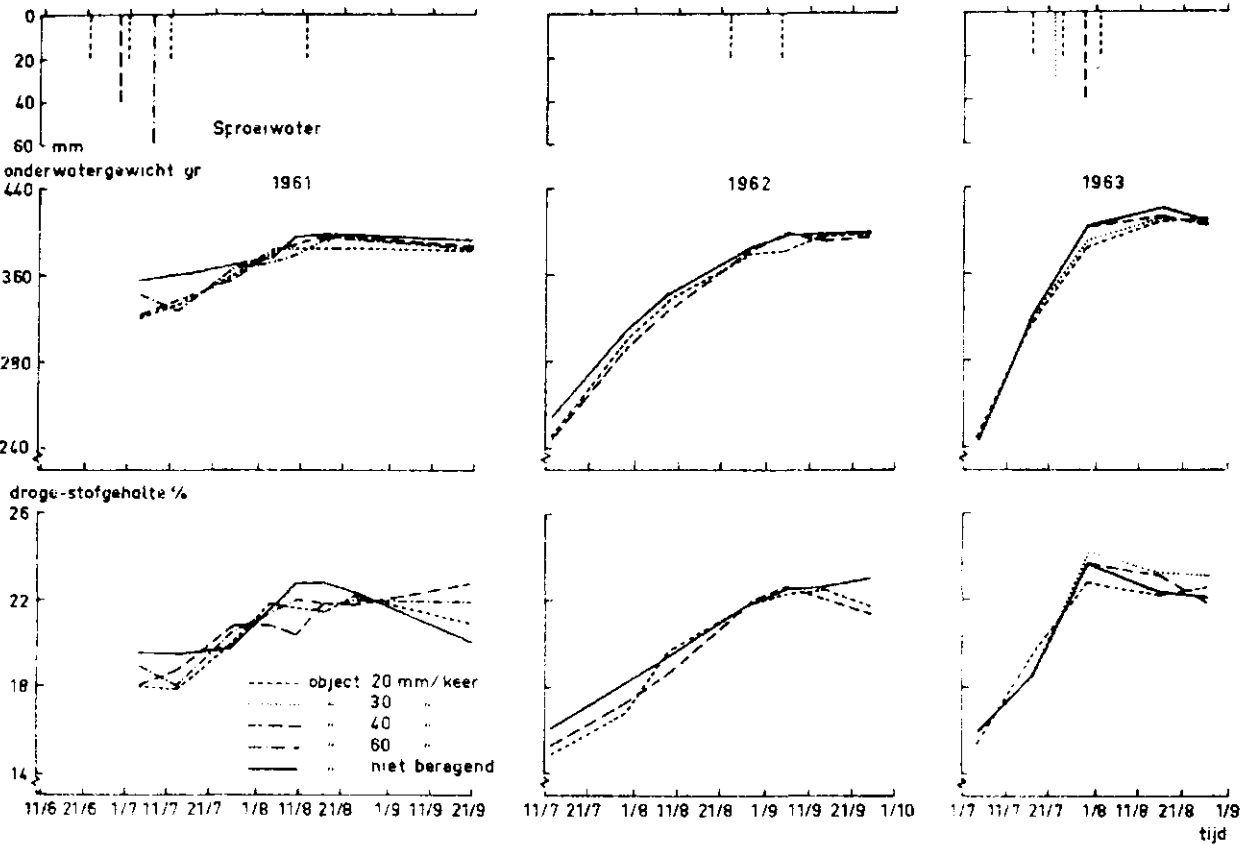
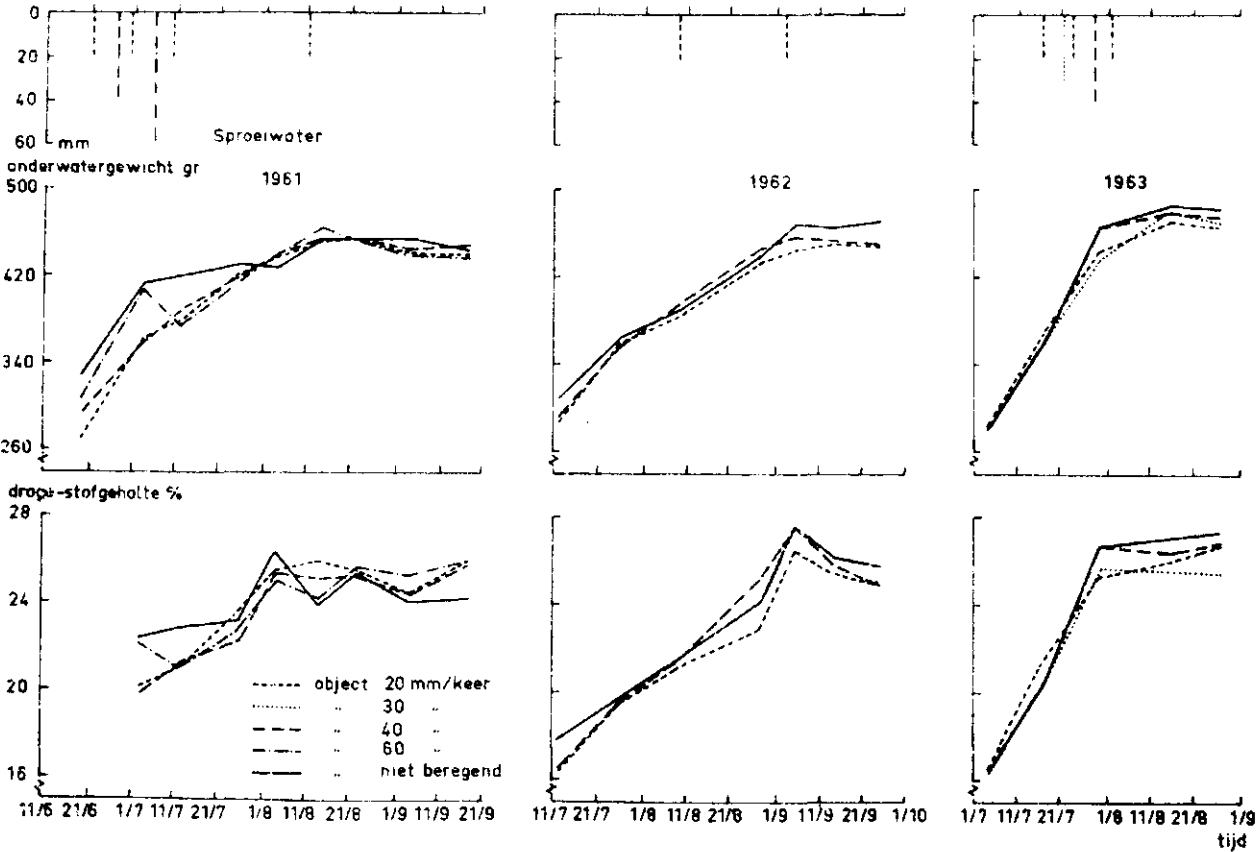


Fig 11 Verloop van het onderwatergewicht en van het droge-stofgehalte van Eigenheimer tijdens het groeiseizoen in 1961 t/m 1963



g. De kiemrust en de blauwgevoeligheid van de aardappelen

In 1961 werd de kiemrust en de blauwgevoeligheid van de aardappelen van de verschillende objecten beoordeeld. Bij de bepaling van de kiemrust kwamen geen verschillen tussen de objecten voor. Het onderzoek naar de blauwgevoeligheid leverde het in tabel 12 vermelde resultaat op voor de aardappelen van de eindrooiing.

Tabel 12. De blauwgevoeligheid van de aardappelen in 1961

Object	Blauwgetal	
	Bintje	Eigenheimer
20 mm/keer	0,38	2,71
40 mm/keer	0,88	3,08
60 mm/keer	1,01	3,02
niet beregend	0,89	3,09

De aardappelen werden met de hand gerooid en daarna gewassen.

Uit tabel 12 blijkt dat het blauwgetal op de met 40 en 60 mm per keer beregende objecten ongeveer gelijk was aan dat van het niet beregende object. Op het object 20 mm/keer was het blauwgetal echter belangrijk lager dan op het niet beregende object. Verder valt op dat Eigenheimer aanmerkelijk blauwgevoeliger is dan Bintje.

In 1962 en 1963 werd het onderzoek naar blauwgevoeligheid niet voortgezet. In de toekomst zal hier toch verder aandacht aan worden besteed.

h. Het aantal knollen

In tabel 13 wordt een overzicht gegeven van het aantal knollen per object van de eindrooiingen. In deze tabel is tevens de significantie aangegeven. De cijfers welke gezamenlijk zijn onderstreept verschillen niet significant op de 5 %-grens. Voor de Eigenheimer in 1963 kon de significantie echter niet op deze manier worden aangegeven. Hiervoor is in een voetnoot een toelichting gegeven.

Tabel 13. Aantal knollen per m² in 1961 t/m 1963

Object Jaar	Bintje					Eigenheimer				
	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	niet beregend	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	niet beregend
1961	63	-	63	64	69	79	-	77	86	83
1962	50	-	47	-	45	54	-	48	-	48
1963	52	49	47	-	48	60	59	56	-	59 ¹⁾

1) Eigenheimer 1963: Het object 40 mm/keer verschilt significant van alle overige objecten. Verder geen significante verschillen

Het effect van de berekening op het aantal knollen blijkt elk jaar verschillend te zijn. In 1961 was het effect negatief, doch in 1962 en 1963 positief. In 1962 en 1963 was het aantal knollen groter naarmate de toegediende hoeveelheid water per keer kleiner was.

i. De loofontwikkeling

Gedurende de groei van de aardappelen werd enkele keren de hoeveelheid loof bepaald. Het resultaat hiervan is in tabel 14 vermeld. De berekening had een opvallend grote invloed op de loofontwikkeling van de aardappelen. Zelfs in 1962, toen de berekening slechts een geringe invloed had op de knolopbrengst, zien we een groot verschil in loofhoeveelheid tussen het beregende en het niet beregende gewas. In 1963 trad aanvankelijk echter een negatief verschil op wat veroorzaakt werd door het feit dat pas beregend werd toen het loof al volledig tot ontwikkeling was gekomen. Bij berekening in het begin van de groei zoals in 1961 en 1962 wordt de loofgroei direct sterk bevorderd. Het loof van het niet beregende gewas begint later en langzamer af te sterven.

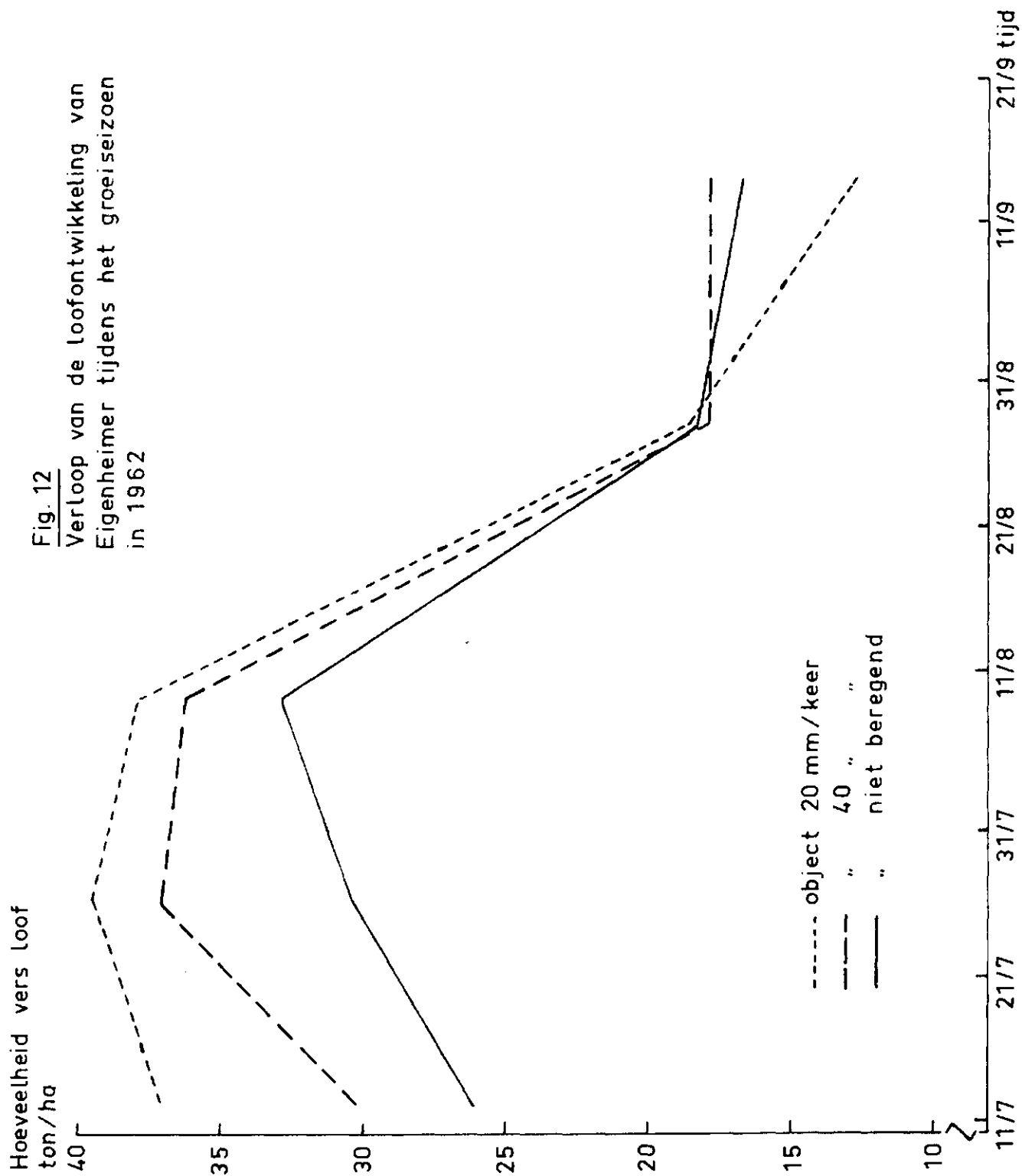
In 1963 is er belangrijk minder loof gevormd dan in 1962. Ook de maximale hoeveelheid loof werd eerder bereikt. Eigenheimer produceerde meer loof dan Bintje en ook de invloed van de berekening op de loofontwikkeling was bij Eigenheimer over het algemeen groter dan bij Bintje.

Ter illustratie wordt in figuur 12 een grafische voorstelling gegeven van de loofontwikkeling tijdens het groeiseizoen voor de verschillende objecten van Eigenheimer in 1962. Duidelijk blijkt hieruit het verschil in loofgroei van de diverse objecten. Het is opvallend hoe snel de hoeveelheid loof afneemt nadat de maximale hoeveelheid is bereikt. Voor het object 20 mm/keer b.v. daalde de hoeveelheid loof van 37 880 kg per ha op 9 augustus tot 18 520 kg per ha op 28 augustus. De knolgroei (figuur 7) ging in deze periode nog onverminderd door.

Het droge-stofgehalte van het loof neemt in het algemeen tijdens de groei geleidelijk toe. Wanneer de hoeveelheid vers loof het maximum heeft bereikt en daarna afneemt, stijgt het droge-stofgehalte aanmerkelijk, maar de totale hoeveelheid droge stof neemt af.

Tabel 14. Hoeveelheid vers loof in kg per ha in 1961 t/m 1963

Object Datum	Bintje					Eigenheimer				
	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	niet beregend	20 mm/ keer	30 mm/ keer	40 mm/ keer	60 mm/ keer	niet beregend
<u>1961</u> 20/6	21 190		18 580	14 690	13 300					
3/7						33 790		29 960	19 210	16 060
4/7	27 250		25 020	18 720	15 320					
<u>1962</u> 12/7	33 670		30 300		24 410	37 040		30 300		26 090
26/7						39 560		37 040		30 300
30/7	34 510		31 150		28 620					
9/8	31 990		31 150		27 780	37 880		26 200		32 830
28/8	21 210		23 740		21 040	18 520		17 850		18 350
14/9	15 490		20 370		14 480	12 790		17 850		16 670
<u>1963</u> 4/7	26 090				25 880	28 200				31 140
17/7	26 090				27 990	31 140				34 300
30/7	24 410	25 670			24 410	22 100	26 940			23 990
16/8	21 040	20 620	18 730		19 150	21 460	21 460	20 620		19 150



j. Het aantal stengels

In 1962 en 1963 werd het aantal stengels nagegaan van het beregende en van het niet beregende gewas. De uitkomsten hiervan zijn in tabel 15 weer-gegeven.

Tabel 15. Aantal stengels per m² in 1962 en 1963

Jaar \ Object	Bintje		Eigenheimer	
	20 mm/keer	niet beregend	20 mm/keer	niet beregend
1962	23	23	33	32
1963	26	26	38	39

In 1962 is het object 20 mm/keer 9 dagen na het poten met 10 mm bere-gend om na te gaan of het vochtig houden van de grond tot aan de opkomst van invloed zou zijn o.a. op het aantal stengels. Aangezien er direct na deze berekening en tot eind mei bijna elke dag regen viel, heeft de berege-ning geen effect gehad.

In beide jaren was pas in de 2^e decade van juni berekening nodig en op dat tijdstip kon moeilijk meer een invloed van de berekening op het aantal stengels worden verwacht. Eigenheimer leverde belangrijk meer stengels op dan Bintje en in 1963 werden, bij beide rassen, meer stengels verkre-gen dan in 1962.

k. De wortelontwikkeling van de aardappelen

Op 13 juli 1961 werd door dr. J. Schuurman van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen een onderzoek ingesteld naar de wor-telontwikkeling van de verschillende objecten bij Eigenheimer. Object 20 mm/keer was toen 5 keer met 20 mm beregend, object 40 mm/keer 1 keer met 30 mm en 1 keer met 40 mm en object 60 mm/keer was 1 keer met 50 mm en 1 keer met 60 mm beregend. Uit dit onderzoek is gebleken dat de intensieve beworteling niet dieper dan 25 cm ging. Er kwamen ech-ter tot een diepte van bijna 60 cm nog wortels voor. De wortels drongen slechts pleksgewijze tot deze diepte door en waarschijnlijk zijn dit plaatsen met een gunstig milieu voor de beworteling.

In tabel 16 wordt een overzicht gegeven van de bewortelingstoestand op de verschillende objecten.

Tabel 16¹⁾. De toestand van de beworteling van Eigenheimer in 1961

Object	Relatieve aantal wortels in de laag		
	0 - 20 cm	20 - 60 cm	Totaal
20 mm/keer	100	100	100
40 mm/keer	87	90	88
60 mm/keer	90	65	80
niet beregend	83	70	78

1) Ontleend aan: "Onderzoek naar de beworteling van aardappelen op het proefbedrijf Westmaas" door J.J. Schuurman, 22 november 1961. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen

Uit dit onderzoek is gebleken dat door de berekening de beworteling zowel in de bouwvoor als in de ondergrond toenam. De toename van de beworteling in de ondergrond was groter dan in de bouwvoor. De totale beworteling nam duidelijk toe met het vergroten van de frequentie van bere-genen.

6. DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK MET ZOUT WATER

De opbrengsten van de proef met zout water in 1963 zijn in tabel 17 vermeld. Het blijkt dat het beregenen met zout water, zelfs bij een concentratie van slechts 0,5 gram Cl per liter sproeiwater een opbrengstdepressie geeft. Naarmate het zoutgehalte van het sproeiwater hoger is, daalt de opbrengst. Bij het object 20 mm/keer is deze daling bij de hogere concentraties groter dan bij het object 40 mm/keer. Bij de lagere concentraties is de daling het grootst bij het object 40 mm/keer. In figuur 13 komen deze resultaten nog eens duidelijk naar voren.

Ook het onderwatergewicht werd door het beregenen met zout water verlaagd; bij de hoge vochttrap meer dan bij de lage.

Hoewel de beregening tijdens zonnig weer plaatsvond, werd geen bladverbranding waargenomen.¹⁾ Ook chloorbeschadiging werd in deze jaren niet geconstateerd. In 1963 werd vastgesteld dat bij beregening in een vroeg ontwikkelingsstadium het blad een licht groene tint krijgt. In een later stadium werd deze kleurverandering niet waargenomen.

De structuur van de grond werd zeer ongunstig beïnvloed. Naarmate er meer zout was toegediend, werd de structuur slechter. Uit het verloop van het vochtgehalte van de grond (figuur 14) blijkt dat na de beregening met 40 mm de grond niet sterk meer uitdroogde. De grotere schade van 40 mm per keer is dus geen gevolg geweest van een hogere zoutconcentratie van het bodemvocht doch van de schadelijke invloed van grote giften per keer.

Tabel 17. De opbrengsten van de Bintje aardappelen in 1963, beregend met zout water, in kg per ha

Object	Totaal toegediende hoeveelheid chloor in kg/ha	Beneden 40 mm		Boven 40 mm		Totaal		Onderwatergewicht in g
		opbrengst	meeropbrengst	opbrengst	meeropbrengst	opbrengst	meeropbrengst	
<u>20 mm/keer</u> (3 keer met 20 mm beregend)								
Zouttrap 0 ²⁾	0	6 010		35 160		41 170		405
1	300	4 670	- 1 340	35 820	+ 660	40 490	- 680	404
2	600	4 620	- 1 390	36 020	+ 860	40 640	- 530	379
3	1 200	5 030	- 980	32 420	- 2 740	37 450	- 3 720	375
4	2 400	5 160	- 850	30 400	- 4 760	35 560	- 5 610	385
<u>40 mm/keer</u> (1 keer met 40 mm beregend)								
Zouttrap 0	0	5 950		33 700		39 650		416
1	200	4 920	- 1 030	32 610	- 1 090	37 530	- 2 120	395
2	400	4 970	- 980	32 710	- 990	37 680	- 1 970	407
3	800	5 270	- 680	30 010	- 3 690	35 280	- 4 370	406
4	1 600	5 100	- 850	29 580	- 4 120	34 680	- 4 970	402

1) Opgemerkt moet worden dat in 1964 bij een chloorgehalte van 2 g per liter wél bladverbranding voorkwam.

2) Zouttrap 0 = 0 gram chloor per liter sproeiwater

" 1 = 0,5 " " " " "

" 2 = 1,0 " " " " "

" 3 = 2,0 " " " " "

" 4 = 4,0 " " " " "

Fig 13 Verband tussen het Cl-gehalte van het sproeiwater en de opbrengst van Bintje

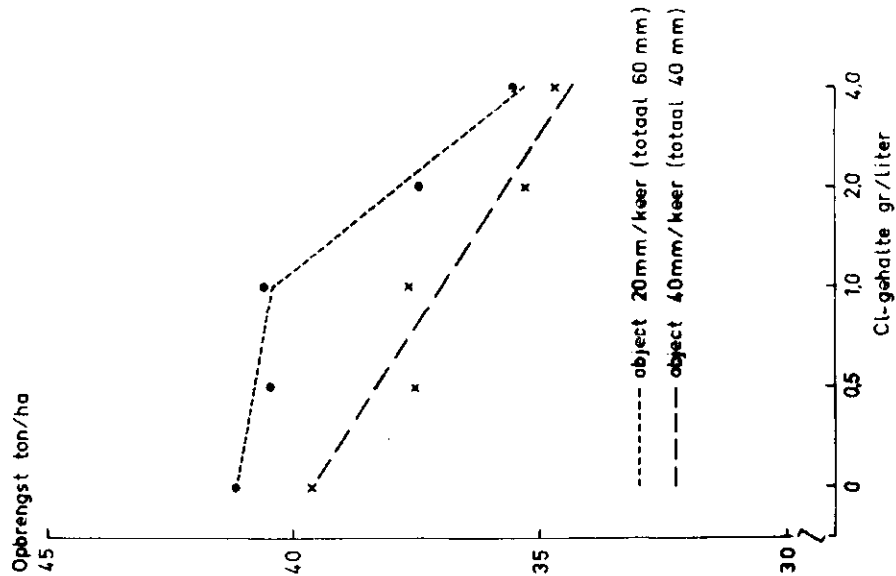
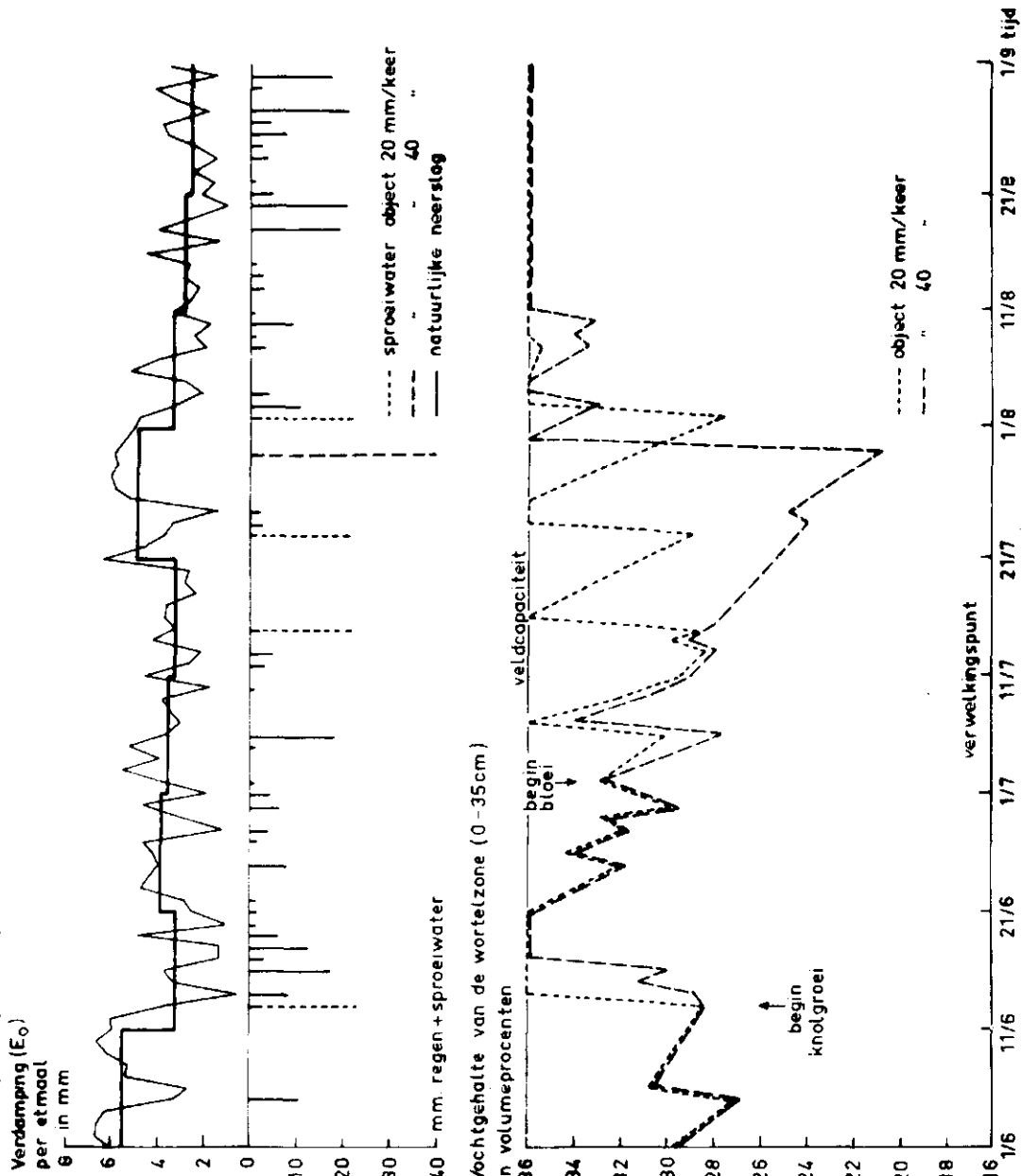


Fig 14 Verloop van verdamping regenval, besproeiing en vochtgehalte van de wortelzone bij Bintje berekend met zout water in 1963



Bij een chloorgehalte van 4 gram per liter sproeiwater was het opbrengstverschil tussen de beide vochttrappen klein, als gevolg van het feit dat bij de hoge vochttrap (20 mm/keer) de toegediende hoeveelheid chloor zeer groot was.

Vastgesteld werd dat het gewas vroeger afstierf naarmate er meer zout was toegediend. Ook dit is een aanwijzing dat structuurbederf leidt tot vroeger afsterven van het gewas.

Er kon geen invloed van het beregenen met zout water op de kookwaarde van de aardappelen worden vastgesteld.

In figuur 14 is het verloop van het vochtgehalte van de grond, de verdamping, de neerslag en de beregening weergegeven.

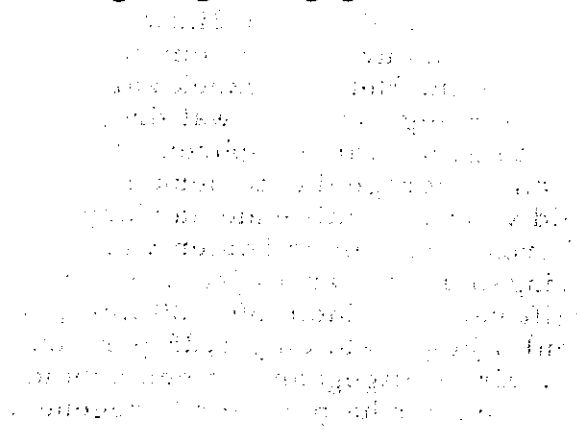


Fig. 14. Het verloop van het vochtgehalte van de grond, de verdamping, de neerslag en de beregening.

Verdamping (mm) Neerslag (mm)
Beregening (mm) Aardappel (mm)

7. DE RENTABILITEIT VAN DE BEREGENING VAN AARDAPPELEN

De vraag waar het uiteindelijk om gaat is: hoe staat het met de rentabiliteit van de beregening van aardappelen in het zuidwestelijke zeekleigebied? Voor het opstellen van een rentabiliteitsbegroting is het o. a. nodig dat de gemiddelde opbrengstverhoging, die met beregening is te verkrijgen, bekend is. Deze gemiddelde opbrengstverhoging kan berekend worden uit het voor het gebied geldende gemiddelde neerslagtekort en het effect van de beregening per mm neerslagtekort. Het gemiddelde neerslagtekort is uit de voorhanden zijnde meteorologische gegevens (verdamping en neerslag) nauwkeurig te berekenen. Over het verband tussen het effect van de beregening en het neerslagtekort zijn we echter nog onvoldoende ingelicht. Significante opbrengstverschillen werden alleen verkregen bij Eigenheimer en Bintje in 1961 en bij Eigenheimer in 1963. Deze gegevens zijn onvoldoende om het effect van de beregening betrouwbaar vast te stellen. Het onderzoek zal daarom nog moeten worden voortgezet totdat meer gegevens van wat drogere jaren verkregen zijn.

Om een indruk te geven van de opbrengstverhoging die noodzakelijk is om de kosten van de beregening te dekken, is in tabel 18 deze opbrengstverhoging vermeld voor verschillende aardappelprijzen en investeringsniveaus. Bij de berekening van de kosten van de beregening is uitgegaan van een afschrijvingsperiode van 10 jaar, een rente van 5 % per jaar en een sproeiwatergift van gemiddeld 30 x 20 mm per jaar. De energiekosten (trekkerkosten) zijn gesteld op f 3,25 per uur en de arbeidskosten op f 3,25 per uur. Er is uitgegaan van een arbeidsbehoefte van 8 man-uren en 6 trekkeruren per ha per keer beregenen.

Tabel 18. Opbrengstverhogingen in kg per ha die nodig zijn om de exploitatiekosten van de beregening te dekken

Investerings- kosten in gld/ha	Nodige opbrengstverhoging bij een aardappelprijs van		
	f 0,10/kg	f 0,125/kg	f 0,15/kg
400	1 960	1 570	1 310
500	2 110	1 690	1 410
600	2 260	1 810	1 510
700	2 410	1 930	1 610
800	2 560	2 050	1 710
900	2 710	2 170	1 810
1 000	2 860	2 290	1 910

Bij bovenstaande berekeningen is geen rekening gehouden met het feit dat door de beregening een intensievere fitofthorabestrijding noodzakelijk is. Er kan wel worden gesteld dat er gemiddeld 2 extra bespuitingen moeten worden uitgevoerd.

8. SAMENVATTING

In 1961 t/m 1963 werd op tamelijk zware zeekleigrond te Westmaas een onderzoek ingesteld naar de invloed van beregening van aardappelen en de consequenties daarvan voor grond en gewas.

Er werden een aantal proefrooiingen uitgevoerd, zodat ook de invloed van de beregening tijdens het groeiseizoen kon worden nagegaan.

De met beregening te verkrijgen resultaten hangen ten nauwste samen met de weersgesteldheid. Wanneer we het weer karakteriseren aan de hand van de neerslagtekorten in het groeiseizoen moeten we constateren dat de neerslagtekorten in de onderzoekjaren beneden normaal zijn gebleven. Toch zijn er wel kortere of langere droogteperioden voorgekomen die van invloed zijn geweest op de ontwikkeling van het gewas. Zo is het neerslagtekort in mei 1961, juni 1962 en juli 1963 groter geweest dan normaal. Er is dan ook elk jaar, in meerdere of mindere mate, behoefte geweest aan beregening. Het object waarbij slechts 20 mm water aan de doorwortelde grondlaag mocht worden onttrokken, heeft in 1961 t/m 1963 resp. 120, 60 en 80 mm sproeiwater ontvangen.

Bintje reageerde snel op de beregening en naarmate de grond vochtiger werd gehouden, nam de knolgroei toe. Eigenheimer reageerde wat langzamer op de beregening en was er in het begin van de knolgroei weinig gevoelig voor of men de grond meer of minder ver liet uitdrogen. Ondanks het feit dat er later voldoende neerslag viel, namen de opbrengstverschillen toch geleidelijk toe.

Het niet beregende gewas bleef over het algemeen langer doorgroeien dan het beregende en daardoor werd een deel van de achterstand weer ingehaald.

Bintje bleek in de eerste helft van de knolgroei het meest gevoelig te zijn voor een goede vochtvoorziening. Bij Eigenheimer was dit vooral in de tweede helft van de knolgroei het geval. De uiteindelijk verkregen significante opbrengstverhogingen van het object dat het meest frequent werd beregend (20 mm per keer) waren, in kg per ha, als volgt:

	<u>1961</u>	<u>1962</u>	<u>1963</u>
Bintje	3 000	-	-
Eigenheimer	3 150	-	2 430

De sortering werd door de beregening verbeterd. Bij sproeiwatergiften van 60 mm per keer werd de opbrengst en de sortering ongunstig beïnvloed. Het beregende gewas was vroeger rijp en het stierf vroeger af naarmate de sproeiwatergift per keer groter was. Waarschijnlijk was dit een gevolg van structuurbederf van de grond en een slechtere aëratie. Om op deze gronden structuurbederf door beregening tegen te gaan, zal er naast een kleine sproeiwatergift per keer ook een geringe regenintensiteit moeten worden toegepast. De beregening bleek een gunstige invloed te hebben op de knolvorm en dus ook op de geschiktheid van de aardappelen voor kleinverpakking.

Het onderwatergewicht van de aardappelen werd door de beregening wat lager.

Er kon geen invloed van de beregening op de kookkwaliteit van de aardappelen worden vastgesteld. Wel werd door frequente beregening de blauwgevoeligheid van de aardappelen verminderd.

Er kon niet worden aangetoond dat de beregening van invloed is geweest op het aantal stengels. De invloed op het aantal knollen was niet duidelijk.

De loofontwikkeling werd door de beregening sterk bevorderd. De beregening bleek de wortelontwikkeling, vooral in de laag beneden de bouwvoor, te stimuleren.

Naast proeven met zoet water werd in 1963 een onderzoek verricht naar het effect van beregening van aardappelen met zout water.

Hieruit is gebleken dat, reeds bij een concentratie van 0,5 gram chloor per liter sproeiwater een opbrengstdepressie optrad. Bij een chloorgehalte van 2 en 4 gram per liter was de opbrengstdaling groot.

De structuur van de grond werd door het beregenen met zout water erg verslechterd. Het gewas stierf daardoor vroeger af.

Aan de hand van de in de jaren 1961 t/m 1963 verkregen resultaten kan nog geen uitspraak worden gedaan over de rentabiliteit van de beregening van aardappelen in het zuidwestelijke zeeleigebied. Hiervoor zijn gegevens over een groter aantal jaren nodig.

9. CONCLUSIES

1. Bintje is in de eerste helft van de knolgroei het meest gevoelig voor een goede vochtvoorziening en reageert snel op de beregening. Naarmate de grond vochtiger wordt gehouden, neemt de knolgroei toe.
2. Eigenheimer reageert langzaam op de beregening en is er aanvankelijk weinig gevoelig voor of men de grond meer of minder ver laat uitdrogen. Ondanks het feit dat er later voldoende neerslag valt, nemen de opbrengstverschillen toch geleidelijk toe. Eigenheimer is vooral in de tweede helft van de knolgroei het gevoeligst voor een goede vochtvoorziening.
3. Het niet beregende gewas blijft over het algemeen langer doorgroeien dan het beregende en daardoor wordt de achterstand gedeeltelijk weer ingehaald.
4. De sortering wordt door de beregening met giften van 20 en 40 mm gunstig beïnvloed.
5. Bij grote sproeiwatergiften van b.v. 60 mm per keer wordt de opbrengst en de sortering ongunstig beïnvloed. Ook de structuur van de grond wordt dan slechter. Bij deze sproeiwatergiften per keer is de remedie meestal erger dan de kwaal.
6. Naast een kleine sproeiwatergift per keer (ca. 20 mm) moet ook een geringe regenintensiteit (6 mm per uur of minder) worden toegepast.
7. De beregening heeft een gunstige invloed op de knolvorm en op de geschiktheid van de aardappelen voor kleinverpakking.
8. Het onderwatergewicht wordt door de beregening in de regel iets lager.
9. De beregening heeft geen invloed op de kookkwaliteit van de aardappelen.
10. Door frequente beregening wordt de blauwgevoeligheid van de aardappelen verminderd.
11. De loofontwikkeling wordt door de beregening voor de bloei sterk bevorderd.
12. De wortelontwikkeling ondervindt een gunstige invloed van de beregening.
13. Beregenen met zout water heeft, reeds bij een concentratie van 0,5 gram chloor per liter sproeiwater, een verlaging van de opbrengst tot gevolg. Wanneer echter maar kleine giften van 20 mm per keer worden toegediend, is de schade niet groot, zelfs niet bij een zoutconcentratie van 1 gram chloor per liter. Bij 2 gram chloor per liter is de schade zelfs zeer groot. Dient men giften van 40 mm per keer toe, dan levert een chloorconcentratie van 0,5 g per liter al grote schade op.
14. De periode van onderzoek is nog te kort geweest om iets over de rentabiliteit van de beregening van aardappelen in het zuidwestelijke zeekleigebied te kunnen zeggen.

S 5646
375 ex.
vGe/LV
11-1-1965